

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :  
Akira KUMAGAI et al. :  
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**  
Filed September 16, 2003 : **Attorney Docket No. 2003\_1324A**  
FILM-FORMING SYSTEM AND FILM- :  
FORMING METHOD :

**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

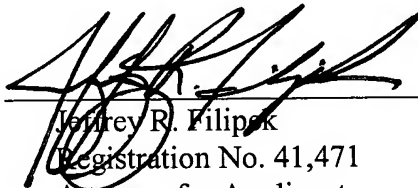
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2002-269581, filed September 17, 2002, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Akira KUMAGAI et al.

By   
Jeffrey R. Filipok  
Registration No. 41,471  
Attorney for Applicants

JRF/fs  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
September 16, 2003

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 9月17日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-269581

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-269581 ]

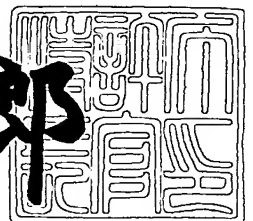
出 願 人  
Applicant(s):

アネルバ株式会社

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3046938

【書類名】 特許願

【整理番号】 3718P2002

【提出日】 平成14年 9月17日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 21/31  
C23C 16/50

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

【氏名】 熊谷 晃

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

【氏名】 石橋 啓次

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷5丁目8番1号 アネルバ株式会社内

【氏名】 田中 雅彦

【特許出願人】

【識別番号】 000227294

【氏名又は名称】 アネルバ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100059281

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 正次

【電話番号】 03-3353-3407

【連絡先】 F A X 03-3359-8340

【選任した代理人】

【識別番号】 100108947

【弁理士】

【氏名又は名称】 涌井 謙一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011589

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0009707

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜形成装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真空容器の内部を二室に隔離する導電性隔壁板を前記真空容器内に設け、前記二室のうち、一方の室は高周波電極を配置したプラズマ生成空間として形成され、他方の室は基板を搭載する基板保持機構が配置された成膜処理空間として形成され、前記導電性隔壁板には前記プラズマ生成空間と前記成膜処理空間を通じさせる複数の貫通孔が形成され、前記プラズマ生成空間には放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスが導入され、前記導電性隔壁板の複数の前記貫通孔を通じて前記プラズマ生成空間内で生成された所望の前記活性種が前記成膜処理空間に供給され、さらに前記導電性隔壁板には前記プラズマ生成空間から隔離され、かつ前記成膜処理空間と複数の材料ガス拡散孔を介して通じている第一の内部空間を有し、この第一の内部空間には外部から材料ガスが導入され、複数の前記材料ガス拡散孔を通して前記成膜処理空間に供給され、前記成膜処理空間に供給された前記活性種と前記材料ガスとの反応を利用して前記基板に成膜が行われる薄膜形成装置において、

前記導電性隔壁板は、さらに、前記第一の内部空間から隔離され、かつ前記成膜処理空間と複数のガス拡散孔を介して通じている第二の内部空間を有し、当該第二の内部空間には外部から前記材料ガス以外のガスが導入されることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 2】 真空容器の内部を二室に隔離する導電性隔壁板を前記真空容器内に設け、前記二室のうち、一方の室は高周波電極を配置したプラズマ生成空間として形成され、他方の室は基板を搭載する基板保持機構が配置された成膜処理空間として形成され、前記導電性隔壁板には前記プラズマ生成空間と前記成膜処理空間を通じさせる複数の貫通孔が形成され、前記プラズマ生成空間には放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスが導入され、前記導電性隔壁板の複数の前記貫通孔を通じて前記プラズマ生成空間内で生成された所望の前記活性種が前記成膜処理空間に供給され、さらに前記導電性隔壁板には前記プラズマ生成空間から隔離され、かつ前記成膜処理空間と複数の材料ガス拡散孔を介し

て通じている第一の内部空間を有し、この第一の内部空間には外部から材料ガスが導入され複数の前記材料ガス拡散孔を通して前記成膜処理空間に供給され、前記成膜処理空間に供給された前記活性種と前記材料ガスとの反応を利用して前記基板に成膜が行われる薄膜形成装置において、

前記貫通孔のプラズマ生成空間側の孔径が成膜処理空間側の孔径より小さく、前記導電性隔壁板は、さらに、前記第一の内部空間から隔離され、かつ前記貫通孔とガス導入孔を介して通じている第二の内部空間を有し、当該第二の内部空間には外部から前記材料ガス以外のガスが導入されることを特徴とする薄膜形成装置。

【請求項 3】 前記材料ガスは、モノシランガス、ジシランガス、トリシランガス又はテトラエトキシシランガスのいずれかであることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の薄膜形成装置。

【請求項 4】 前記プラズマ生成空間側の放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスは、酸素ガスを含有してなるものであることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項 5】 前記プラズマ生成空間側の放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスは、不活性ガスを含有してなるものであることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項 6】 前記第二の内部空間に導入される前記材料ガス以外のガスは、酸素ガスを含有してなるものであることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項 7】 前記成膜処理空間に導入される前記材料ガス以外のガスは、アンモニアガス、二酸化窒素ガス、エタンガス、エチレンガスから選ばれた一種又は二種以上からなる添加ガスを含有してなるものであることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の薄膜形成装置。

【請求項 8】 前記プラズマ生成空間側の放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスの流量を制御する流量制御器と、前記第二の内部空間に導入される前記材料ガス以外のガスの流量を制御する流量制御器とが具備され、このそれぞれが独立に制御可能であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに

記載の薄膜形成装置。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載した薄膜形成装置を用いて、前記基板に成膜を行う薄膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜形成装置及び方法に関し、特に活性種（ラジカル）を用いた化学反応を利用する薄膜形成装置及び方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

大型の液晶ディスプレイの作製方法として、従来、高温ポリシリコン型 T F T（薄膜トランジスタ）を利用するものと、低温ポリシリコン型 T F T を利用するものとが知られている。

【 0 0 0 3 】

高温ポリシリコン型 T F T を利用する作製方法では、高品質な酸化膜を得るために、1 0 0 0℃以上の高温に耐える石英基板が使用されていた。これに対して低温ポリシリコン型 T F T の作製においては、通常の T F T 用ガラス基板を使用するため、低温環境（例えば 4 0 0℃）で成膜を行う必要がある。

【 0 0 0 4 】

低温ポリシリコン型 T F T を利用して液晶ディスプレイを製作する方法は、特別な基板を使用する必要がなく、成膜条件の設定が簡単であるという利点を有し、近年実用化され、その生産量は拡大しつつある。

【 0 0 0 5 】

低温ポリシリコン型 T F T を利用する液晶ディスプレイの作製で、低温でゲート絶縁膜として適当なシリコン酸化膜を成膜する場合、プラズマ C V D が使用される。このプラズマ C V D でシリコン酸化膜を成膜する際、代表的な材料ガスとしてはシラン、テトラエトキシシラン（T E O S）などが使用される。

【 0 0 0 6 】

材料ガスとしてシラン等を使用しプラズマによる C V D でシリコン酸化膜を成

膜する場合、従来のプラズマCVD装置によれば、基板の前面空間に材料ガスと酸素などを導入し、材料ガスと酸素の混合ガスでプラズマを生成し、当該プラズマに対して基板を晒すことにより、当該基板の表面上にシリコン酸化膜を形成するようにしていた。

【0007】

このように従来のプラズマCVD装置では、材料ガスは、プラズマCVD装置内に生成されたプラズマ中に直接的に供給するように構成されていたため、基板の前面空間に存在するプラズマから基板の成膜面に対して高エネルギーのイオンが入射し、シリコン酸化膜にダメージを与え、膜特性が悪化するという問題が存在した。

【0008】

さらにプラズマ中に材料ガスが直接的に導入されるため、材料ガスとプラズマが激しく反応してパーティクルが発生し、これによって歩留まりが低下するという問題もあった。

【0009】

そこで従来では、上記問題を解決するため、遠隔プラズマ方式を利用した薄膜形成装置が提案されていた。

【0010】

例えば、特開平5-21393号公報に開示されるプラズマCVD装置、特開平8-167596号公報に開示されるプラズマ処理装置、あるいは特開平6-260434号公報（特許第2601127号）に開示されるプラズマCVD装置などがある。

【0011】

これらの中で、高エネルギーイオンの入射によるシリコン酸化膜へのダメージ及びパーティクルの発生が最も抑制される装置は、特開平6-260434号公報（特許第2601127号）に開示されるプラズマCVD装置である。

【0012】

このプラズマCVD装置は、平行平板電極構造を有し、高周波電極と基板ホルダ電極の間に中間電極を配置して高周波電極と基板ホルダ電極の間の空間を仕切



り、かつ高周波電極と中間電極の間のみに高周波電力を供給することによって高周波電極・中間電極間のみにプラズマ放電を発生させ、プラズマ放電で発生した励起活性種とイオンを中間電極に形成された貫通孔を通して基板の前面空間に導入するように構成されている。

【0013】

高周波電極は従来のシャワーヘッド形式の電極であり、プラズマ生成用ガスは多数の孔を有する拡散板の各孔を通してプラズマ生成空間に導入されている。

【0014】

材料ガスは、ガス導入管、中間電極に形成された内部空間及び拡散孔（ガス噴出口）を通して基板の前面空間に導入されている。

【0015】

このプラズマCVD装置では、高周波電極と基板ホルダ電極の間の空間が中間電極によって仕切られ、高周波電極と中間電極の間の空間のみがプラズマ生成空間として形成され、プラズマ生成領域が基板の置かれた場所から離された構成を有している。

【0016】

さらに、従来では、特開2000-345349号公報に開示されるCVD装置が提案されていた。上記プラズマCVD装置では、中間電極に形成された貫通孔の形状に特別な考慮がなされていなかったため、材料ガスがプラズマ生成空間へ逆拡散する可能性があったが、当該CVD装置では、この中間電極に相当する隔壁板の貫通孔の形状を規定し、これを構造的に確実に抑制している。

【0017】

以上の遠隔プラズマ方式を利用した従来の薄膜形成装置では、薄膜形成装置内のプラズマ生成空間から離れ、寿命の短い荷電粒子が消滅し、比較的寿命の長いラジカルが卓越して存在する領域に基板を配置し、かつ材料ガスが基板の配置領域の近くに供給されるように構成している。プラズマ生成空間で生成されたラジカルは、基板が配置された成膜処理空間の方向へ拡散し、基板の表面の前面空間に供給される。

【0018】

かかる遠隔プラズマ方式の薄膜形成装置によれば、材料ガスとプラズマの激しい反応が抑制されるためパーティクルの発生量が低減され、さらにイオンの基板への入射も制限されるという利点を有している。

【0019】

【特許文献1】

特開平5-21393号公報

【0020】

【特許文献2】

特開平8-167596号公報

【0021】

【特許文献3】

特開平6-260434号公報

【0022】

【特許文献4】

特開2000-345349号公報

【0023】

【発明が解決しようとする課題】

近年、デバイスの高性能化の要求が高まり、それに対応するためにプラズマCVD装置を使用した場合、熱酸化膜に匹敵する高品質のシリコン酸化膜が要求されるようになった。

【0024】

前述のいずれの薄膜形成装置でも、成膜処理空間において、その空間へ導かれるプラズマ生成空間で生成された活性種と材料ガスとの反応により成膜が行われる。

【0025】

前述の従来の装置において、前記プラズマ生成空間に酸素を導入して放電プラズマにより酸素ラジカル（ここでは、基底状態を含む原子状酸素を指す。）を生成し、当該酸素ラジカルと酸素（ここでは、特にラジカルと呼ばない限り、分子状を指す。）を前記隔壁板に設けられた貫通孔を介して前記成膜処理空間に供給

するとともに、シランガスを前記材料ガスとし、前記隔壁板に設けた内部空間に供給して拡散孔より前記成膜処理空間へ供給する。これら酸素ラジカル、酸素、シランの反応を利用してシリコン酸化膜を成膜した場合、材料ガスであるシランとプラズマの激しい反応が抑制されるためパーティクルの発生量が低減され、さらにイオンの基板への入射も制限されるため、従来のプラズマCVDによって成膜した場合よりも優れた特性を有するシリコン酸化膜を得ることができた。

## 【0026】

しかし、ガラス基板の大型化が求められるシリコン酸化膜形成では、成膜速度と膜特性（電気特性等）はトレードオフの関係にある。つまり、良好な膜特性を維持して成膜速度を向上させることができず、生産性において改善すべき課題として残されていた。

## 【0027】

例えば、シラン（ $\text{SiH}_4$ ）ガスを用いて酸化シリコン膜をCVD法で作製する場合、成膜速度を高めるには、材料ガスであるシランガスの流量を増大させる方法か、あるいは、プラズマ生成空間内における酸素ラジカルの量を増大させる方法かの何れかを採用することができる。

## 【0028】

しかし、シランガスの流量を増大させた場合には、酸素ラジカル又は酸素ガスが気相中（成膜処理空間）で急速な酸化シリコンの形成反応を起こすため、ガラス基板上に薄膜として形成されずに、パーティクルとして発生し不具合を起こしていた。

## 【0029】

一方、プラズマ生成空間内における酸素ラジカルの量を増大させた場合には、酸素ラジカルの増大とともに成膜処理空間で酸化に寄与できる酸素の絶対量が不足してしまい、成膜速度の増大は図られるが不十分な酸化状態の薄膜が形成されてしまうため、膜特性の向上は望めなかった。

## 【0030】

本発明の目的とするところは、上記の課題を解決することにより、従来トレードオフの関係とされていた成膜速度と膜特性の関係を改善し、さらに高品質なシ

リコン酸化膜が形成され、かつ膜特性を維持しながら成膜速度を向上させることができ、シリコン酸化膜の高速成膜も可能とする生産性に優れた薄膜形成装置及び方法を提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】

先ず最初に、上記目的を達成する解決手段としての本発明の構成に至った知見を述べる。

【0032】

本発明者等は、前述の特開2000-345349号公報に開示されるCVD装置のような従来の装置による、前記成膜処理空間内での酸素ラジカル、酸素、シランの反応を利用したシリコン酸化膜の成膜について鋭意研究を行った。そして、酸素ラジカルが一連の反応のトリガーとして重要であり、また酸素は一連の反応の最終的な一酸化シリコン( $\text{SiO}$ )から二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )への反応に必要であることを明らかにした。すなわち、これらの反応においては、酸素ラジカルと酸素の両方とも重要であるという知見を得た。

【0033】

さらに、本発明者等は、成膜処理空間に供給される酸素ラジカルは、高周波電極に供給される電力やプラズマ生成空間の圧力によって制御可能であり、この酸素ラジカルの供給量が多いほど膜特性が向上する傾向にあることも明らかにした。

【0034】

しかしながら、本発明者等は、研究の結果から、従来の薄膜形成装置では、酸素ラジカルがプラズマ生成空間に導入される酸素の分解により生成されるため、成膜処理空間に供給される酸素の量がこの酸素ラジカル生成量とトレードオフ関係となり、良好な膜特性を得るために成膜処理空間に供給される酸素ラジカル量を増加させても、このとき酸素が減少してしまい、その量が最適ではなく不足してしまっている、という考えに至った。すなわち、酸素ラジカル量を増加させれば膜特性は向上するものの、酸素が不足するためにその特性が制限されてしまうことになるという知見を得た。

【0035】

また、本発明者等の研究において、材料ガスであるシランガス等の導入量を増加させると高速成膜を行うことができるが、成膜速度と膜特性はトレードオフの関係にあり、成膜速度の増加とともに得られる膜特性が低下してしまうことが明らかとなった。これは、高速成膜において膜特性を維持しようとする、酸素ラジカル量をさらに増加させる必要があり、酸素量がさらに不足してしまったためである。

【0036】

以上より、高品質な膜特性を得るためには、酸素ラジカルを効率よく供給するとともに酸素を十分に供給することが重要であることがわかった。

【0037】

本発明に係わる薄膜形成装置及び方法は、上記知見に基づき次のように構成される。

【0038】

即ち、本発明は、真空容器内でプラズマを生成して活性種（ラジカル）を発生させ、この活性種と材料ガスで基板に成膜処理を行う薄膜形成装置及び薄膜形成方法である。

【0039】

真空容器には、真空容器の内部を二室に隔離する導電性隔壁板が設けられる。これら二室のうち、一方の室は高周波電極を配置したプラズマ生成空間として形成され、他方の室は基板を搭載する基板保持機構が配置された成膜処理空間として形成される。

【0040】

またこの導電性隔壁板にはプラズマ生成空間と成膜処理空間を通じさせる複数の貫通孔が形成される。導電性隔壁板は、さらに、プラズマ生成空間から隔離され、かつ成膜処理空間と複数の材料ガス拡散孔を介して通じている第一の内部空間を有する。この第一の内部空間には外部から材料ガスが導入され、内部空間に導入された材料ガスは複数の材料ガス拡散孔を通して成膜処理空間に供給される。

## 【0041】

プラズマ生成空間には放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスが導入され、放電プラズマにより生成された活性種は導電性隔壁板に形成された複数の貫通孔を通して成膜処理空間に供給される。成膜処理空間では、供給された材料ガスと活性種との反応を利用して基板上に成膜が行われる。

## 【0042】

ここで、本発明の薄膜形成装置は、導電性隔壁板には、さらに、材料ガスが導入される第一の内部空間から隔離され、かつ成膜処理空間と複数のガス拡散孔を介して通じている第二の内部空間が設けられ、この第二の内部空間には、外部から材料ガス以外のガスが導入される構造になっていることを特徴とするものである。

## 【0043】

また、本発明の他の薄膜形成装置は、導電性隔壁板に形成される貫通孔のプラズマ生成空間側の孔径が成膜処理空間側の孔径よりも小さく、導電性隔壁板には、さらに、材料ガスが導入される第一の内部空間から隔離され、かつ貫通孔とガス導入孔を介して通じている第二の内部空間が設けられ、この第二の内部空間には、外部から材料ガス以外のガスが導入される構造になっていることを特徴とするものである。

## 【0044】

本発明の薄膜形成装置によれば、材料ガス以外のガスが第二の内部空間を介して材料ガスと別個独立に成膜処理空間へ導入され、材料ガス以外のガスの流量が材料ガスの流量と独立して調節可能となり、所望のガスが成膜処理空間に所定量だけ供給されることになる。また、後者の薄膜形成装置によれば、上述の効果に加えて、第二の内部空間に導入したガスのプラズマ生成空間への拡散が抑止され、成膜処理空間内への効率のよい供給が可能になる。

## 【0045】

本発明においては、材料ガスにモノシランガス、ジシランガス、トリシランガス又はテトラエトキシシランガス（TEOS）のいずれかを用いるのが好ましい。なお、これらの材料ガスは、希釈用ガスによって希釈されていてもよい。

## 【0046】

本発明では、プラズマ生成空間には、成膜処理空間に酸素ラジカルをより多く供給するため、酸素ガスを導入することが好ましい。

## 【0047】

また、本発明では、酸素ラジカル量を増加させても、成膜処理空間内の酸素が不足することなく膜特性を維持しながら成膜できるため、プラズマ生成空間に、酸素ラジカルの生成効率を高める働きをするヘリウム（He）、アルゴン（Ar）、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）等の不活性ガスを導入することが好ましい。

## 【0048】

本発明において、第二の内部空間に導入される材料ガス以外のガスとしては、酸素ガスを含有してなるものが好ましい。第二の内部空間に酸素ガスを含有してなるものを導入すると、従来の装置によるシリコン酸化膜の形成において不足していた酸素を補うことができ、より高品質のシリコン酸化膜の形成が可能となるからである。

## 【0049】

また、気相中（成膜処理空間）での激しい酸化シリコンの形成過程を制御するため、成膜処理空間内に、アンモニア（ $\text{NH}_3$ ）ガス、二酸化窒素（ $\text{NO}_2$ ）ガス、エチレン（ $\text{C}_2\text{H}_4$ ）ガス、エタン（ $\text{C}_2\text{H}_6$ ）ガスのいずれか一種又は二種以上からなる添加ガスを導入することがさらに好ましい。成膜処理空間にアンモニア等の添加ガスが供給されると、シランガスと酸素の連鎖反応を効果的に抑制することができ、材料ガスとしてのシランガス等の流量を成膜速度を増大させる目的で増加させた場合であっても、成膜処理空間でラジカルとシランガス等による過度の連鎖反応が回避されると共に、多量の酸化シリコンが重合されることが防止され、パーティクルの発生を防止することができるからである。

## 【0050】

なお、前記添加ガスは、例えば、酸素ガスに添加して第二の内部空間に導入し、第二の内部空間から成膜処理空間に供給する場合に限定されず、成膜処理空間に添加ガスを供給することができれば、いずれの方法を採用してもよい。

## 【0051】

本発明では、さらに、プラズマ生成空間に導入されるガスの流量を制御する流量制御器と、第二の内部空間に導入されるガスの流量を制御する流量制御器が具備され、このそれぞれが独立に制御可能であることが好ましい。これにより、成膜処理空間内に供給される酸素ラジカル、酸素、アンモニア等の量をそれぞれ別個独立に制御することが可能となり、高品質なシリコン酸化膜を形成するのに最適な量の酸素ラジカル、酸素、アンモニア等を成膜処理空間内の所定の場所に導入することが可能となる。すなわち、シリコン酸化膜の生成反応過程を制御することができ、高品質なシリコン酸化膜の形成が可能となるからであり、さらに、成膜処理空間への材料ガスの供給量を増加させて高速成膜を行った場合であっても、十分な量の酸素ラジカル、酸素、アンモニア等を成膜処理空間内へ供給することができるため、高品質な膜特性を維持した成膜が可能となる。

## 【0052】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の好適な実施形態を添付図面に基づいて説明する。

## 【0053】

図1は本発明に係わる薄膜形成装置の第1の実施形態を示す概略図である。この装置では、好ましくはシランガスを材料ガスとして使用し、通常のTFE用ガラス基板上にシリコン酸化膜をゲート絶縁膜として成膜する。

## 【0054】

本装置の真空容器1は、容器2、絶縁材4、及び高周波電極3によって構成され、排気機構5によってその内部が所望の真空状態に保持される。真空容器1の内部には導電性部材で成形された導電性隔壁板101が設けられており、真空容器1はこの導電性隔壁板101によって上下2つの室に隔離される。上側の室はプラズマ生成空間8を形成し、下側の室は成膜処理空間9を形成する。

## 【0055】

前記プラズマ生成空間8には、放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスを供給するガス供給源51が流量制御器61を介して接続され、ガス供給源51と流量制御器61の間には、配管、流量制御器66を介して不活性ガス



供給源 53 が接続されている。

【0056】

放電プラズマにより所望の活性種を生成するためのガスとしては、例えば、酸素ガスが用いられ、不活性ガスとしては、例えば、ヘリウムガス、アルゴンガス、クリプトンガス、キセノンガスが用いられる。

【0057】

プラズマ生成空間 8 の高周波電極 3 には高周波電源 11 が接続されている。

【0058】

前記成膜処理空間 9 に設けられた基板保持機構 6 の上には成膜処理されるガラス基板 10 が配置され、導電性隔壁板 101 に対向配置される。基板保持機構 6 の内部にはヒータ 7 が設けられており、これによりガラス基板 10 が所定の温度に保持される。

【0059】

真空容器 1 を二つの室に隔離する導電性隔壁板 101 は、所望の厚みを有し、かつ全体的に平板状の形状を有する。導電性隔壁板 101 には、複数の貫通孔 41 が分散して形成されており、これら貫通孔 41 を介してのみプラズマ生成空間 8 と成膜処理空間 9 がつながっている。さらに導電性隔壁板 101 には、互いに隔離された第一の内部空間 31 と第二の内部空間 21 が形成されている。

【0060】

第一の内部空間 31 には、材料ガス供給源 52 が流量制御器 63 を介して接続されている。材料ガスとしては、例えば、シランガスが用いられる。

【0061】

図 1 の実施形態では、第二の内部空間 21 には、プラズマ生成空間 8 にて所望の活性種を生成するためのガスを供給するガス供給源 51 が流量制御器 62、64 を介して接続されている。

【0062】

なお、図 1 に破線で示したように、ガス供給源 51 と流量制御器 62 の間には、配管、流量制御器 65 を介して添加ガス供給源 54 が接続されている。添加ガス供給源 54 から第二の内部空間 21 に供給される添加ガスとしては、例えば、

アンモニアガス、二酸化窒素ガス、エチレンガス、エタンガスの一種又は二種以上からなるものを用いることができる。

【0063】

第一の内部空間31及び第二の内部空間21にはそれぞれ複数の材料ガス拡散孔32とガス拡散孔22が形成されており、第一の内部空間31、第二の内部空間21は、材料ガス拡散孔32、ガス拡散孔22を介してそれぞれ別々に成膜処理空間9とつながっている。

【0064】

上記のように構成された薄膜形成装置による薄膜形成方法を説明する。図示しない搬送ロボットによってガラス基板10が真空容器1の内部に搬送され、成膜処理空間9に設置された基板保持機構6の上に配置される。

【0065】

基板保持機構6は予め所定温度に保持されており、ガラス基板10はこれにより所定の温度に加熱保持される。

【0066】

真空容器1の内部は、排気機構5によって排気され、減圧されて所定の真空状態に保持される。次に、ガス供給源51から例えば酸素ガスが独立に制御される流量制御器61及び流量制御器62、64によって流量が制御され、プラズマ生成空間8及び第二の内部空間21に導入される。第二の内部空間21に導入された酸素ガスなどはガス拡散孔22を通して成膜処理空間9に供給される。

【0067】

一方、材料ガスである、例えばシランガスが流量制御器63によって流量が制御され、材料ガス供給源52から第一の内部空間31に導入される。第一の内部空間31に導入されたシランガスは材料ガス拡散孔32を通して成膜処理空間9に供給される。

【0068】

上記の状態、高周波電極3に高周波電源11より電力が供給され、プラズマ生成空間8内において酸素プラズマが生成される。酸素プラズマを生成することにより、中性の励起種であるラジカル（活性種）が生成される。

## 【0069】

プラズマ生成空間 8 で生成された長寿命の酸素ラジカルは、励起されなかった酸素とともに導電性隔壁板 101 の複数の貫通孔 41 を通って成膜処理空間 9 に供給される。プラズマ生成空間 8 内では荷電粒子も生成されるが、この荷電粒子は寿命が短く、貫通孔 41 を通る間に死滅する。

## 【0070】

成膜処理空間 9 に供給された酸素ラジカルは、第一の内部空間 31 より材料ガス拡散孔 32 を通して供給されたシランガスと反応し、これをトリガーとした一連の反応の結果、ガラス基板 10 上にシリコン酸化膜が形成される。

## 【0071】

このとき、ガス供給源 51 から流量制御器 62、64 を介して第二の内部空間 21 に酸素ガスが供給され、第二の内部空間 21 よりガス拡散孔 22 を通して酸素が供給されるため、成膜処理空間 9 への酸素ラジカルと酸素の供給量を独立に制御可能となり、高品質なシリコン酸化膜を形成するために放電電力等の調整によって酸素ラジカル量を増加させても、十分な酸素を供給することができる。すなわち、従来のシリコン酸化膜形成の反応において不足していた酸素を十分に補うことができ、従来よりも高品質のシリコン酸化膜の形成が可能となる。

## 【0072】

また、材料ガスであるシランガスの流量を増加させて高速成膜を行う場合には、添加ガス供給源 54 から流量制御器 65 を介して第二の内部空間 21 に、アンモニア等の添加ガスを供給し、第二の内部空間 21 よりガス拡散孔 22 を通して成膜処理空間 9 にアンモニア等を供給することができる。

## 【0073】

すなわち、本発明の実施形態によれば、材料ガスであるシランガスの流量を増加させて高速成膜を行う場合であっても、酸素ラジカル、酸素、アンモニア等を独立に制御して成膜処理空間 9 内に供給できるため、シランガスの供給量に適した十分な酸素ラジカル、酸素、アンモニア等を供給することができ、成膜処理空間 9 でラジカルとシランガス等による過度の連鎖反応が回避されると共に、多量の酸化シリコンが重合されることが防止され、形成されるシリコン酸化膜の膜特

性の維持が可能となる。

【0074】

図2は本発明に係わる薄膜形成装置の第二の実施形態を示す概略図であり、図1に示した部材と同様の部材には同じ符号を付している。本実施形態は前記第1の実施形態と隔壁板が異なり、導電性隔壁板102にはプラズマ生成空間8側の孔径が成膜処理空間9側の孔径より小さい複数の貫通孔42が形成され、しかも酸素ガスなどが供給される導電性隔壁板102の第二の内部空間23は、ガス導入孔24を介してこの貫通孔42と通じている。

【0075】

また本実施形態では、材料ガスであるシランガスは、第一の内部空間33より複数の材料ガス拡散孔34を通して成膜処理空間9に供給される。

【0076】

本実施形態においては、第二の内部空間23よりガス導入孔24を介して酸素ガスなどを貫通孔42に供給するが、ガス導入孔24を介して供給された酸素ガスなどは貫通孔42の有する形態に基づきプラズマ生成空間8への拡散が抑制され、成膜処理空間9側へ効率よく供給される。したがって、本実施形態においても前述の第1の実施形態と同等以上の作用及び効果を発揮させることができる。

【0077】

以上、添付図面を参照して本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載から把握される技術的範囲において種々の形態に変更可能である。

【0078】

例えば、上記本発明の実施形態における薄膜形成装置及び薄膜形成方法は、材料ガスとしてシランガスを使用したシリコン酸化膜形成についての適用例であるが、本発明の薄膜形成装置及び薄膜形成方法はこれに限定されず、TEOS等の他の材料ガスを用いたシリコン酸化膜形成にも適用できるのは勿論である。

【0079】

またシリコン酸化膜のみならず、シリコン窒化膜等その他の成膜にも本発明の適用が可能である。さらに、実施形態では基板にガラス基板を使用した例を示し

たが、本発明の薄膜形成装置及び薄膜形成方法はこれに限らず、シリコン基板等その他の基板にも適用できるのは勿論である。

【0080】

尚、第一の内部空間31、33及び第二の内部空間21、23には、ガスの分散をよくするため、必要に応じて拡散板を設けてもよいことは言うまでもない。

【0081】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように本発明によれば、導電性隔壁板には、さらに、材料ガスが導入される第一の内部空間から隔離され、かつ成膜処理空間と複数のガス拡散孔を介して通じている第二の内部空間が設けられ、この第二の内部空間には、外部から材料ガス以外のガスが導入されるため、材料ガス以外のガスがプラズマ生成用にプラズマ生成空間へ供給されるガス及び材料ガスと別個独立に成膜処理空間へ導入され、材料ガス以外のガスの流量は、プラズマ生成用にプラズマ生成空間へ供給されるガスの流量及び材料ガスの流量とそれぞれ独立して調節可能であり、材料ガス以外の所望のガスが成膜処理空間に所定量だけ供給されることになる。

【0082】

第二の内部空間を介した成膜処理空間への材料ガス以外のガスの供給を、導電性隔壁板に形成されている貫通孔のプラズマ生成空間側の孔径を成膜処理空間側の孔径よりも小さくし、導電性隔壁板に設けられている第二の内部空間が、この貫通孔とガス導入孔を介して通じている構造によるものとすれば、上述の効果に加えて、第二の内部空間に導入したガスのプラズマ生成空間への拡散が抑止され、成膜処理空間内への効率のよい供給が可能になる。

【0083】

さらに、第二の内部空間を介して成膜処理空間へ酸素ガスを含有してなるものを供給することにより、従来の装置によるシリコン酸化膜の形成において不足していた酸素を補うことができ、より高品質のシリコン酸化膜の形成が可能となる。

【0084】

また、成膜処理空間に、アンモニアガス、二酸化窒素ガス、エチレンガス、エタンガスのいずれか一種又は二種以上からなる添加ガスを供給することにより、シランガスとラジカルとの連鎖反応を効果的に抑制することができ、材料ガスとしてのシランガス等の流量を成膜速度を増大させる目的で増加させた場合であっても、成膜処理空間でラジカルとシランガス等による過度の連鎖反応が回避されると共に、多量の酸化シリコンが重合されることが防止され、パーティクルの発生を防止することができる。

#### 【0085】

さらにまた、プラズマ生成空間に導入されるガスの流量を制御する流量制御器と、第二の内部空間に導入されるガスの流量を制御する流量制御器と、材料ガスの流量を制御する流量制御器とを設置し、これらのそれぞれを独立に制御可能にした場合には、成膜処理空間内に供給される酸素ラジカル、酸素、アンモニア等の量を別個独立に制御することが可能となり、酸素ラジカル、酸素、アンモニア等のそれぞれについて、高品質なシリコン酸化膜を形成するのに最適な量を所定の場所に導入することが可能となる。すなわち、シリコン酸化膜の生成反応過程を制御することができ、高品質なシリコン酸化膜の形成が可能となる。さらに、成膜処理空間への材料ガスの供給量を増加させて高速成膜を行った場合であっても、十分な酸素ラジカルの供給を行うとともに十分な酸素、アンモニア等を供給することができるため、高品質な膜特性を維持した成膜が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の構成を示す縦断面概略図である。

【図2】 本発明の第2実施形態の構成を示す縦断面概略図である。

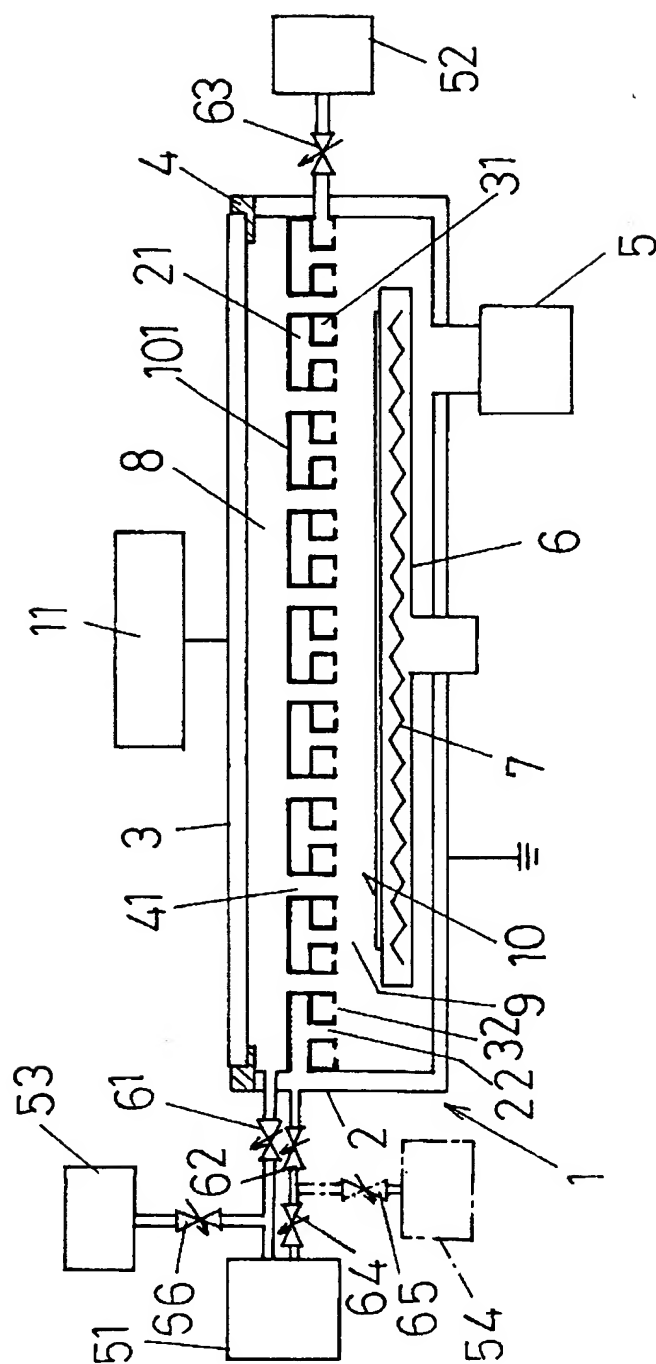
#### 【符号の説明】

- 1 真空容器
- 3 高周波電極
- 6 基板保持機構
- 8 プラズマ生成空間
- 9 成膜処理空間
- 10 基板

21、23	第二の内部空間
22	ガス拡散孔
24	ガス導入孔
31、33	第一の内部空間
32、34	材料ガス拡散孔
51	ガス供給源
52	材料ガス供給源
53	不活性ガス供給源
54	添加ガス供給源
61、62、63、64、65、66	流量制御器
101、102	導電性隔壁板

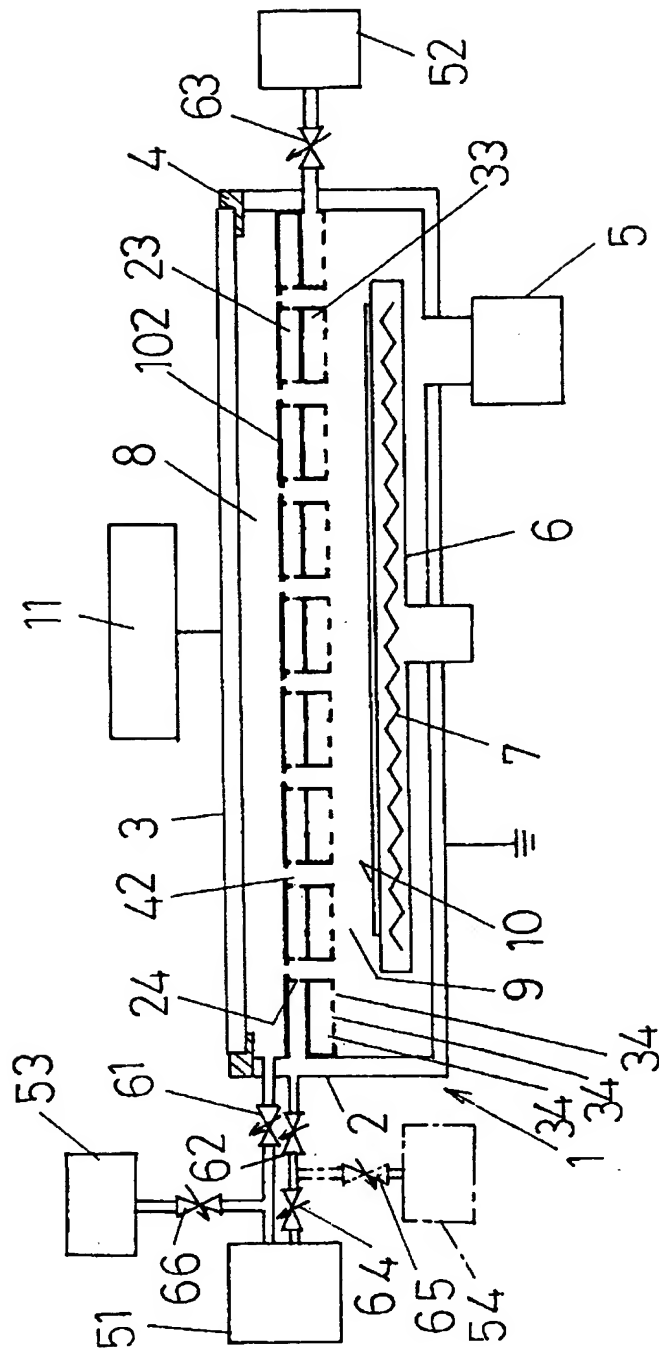
【書類名】 図面

【図1】





【図2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来トレードオフの関係とされていた成膜速度と膜特性の関係を改善し、さらに高品質なシリコン酸化膜が形成され、かつ膜特性を維持しながら成膜速度を向上させることができ、シリコン酸化膜の高速成膜も可能である生産性に優れた薄膜形成装置及び方法を提供する。

【解決手段】 導電性隔壁板には、さらに、材料ガスが導入される第一の内部空間から隔離され、かつ成膜処理空間と複数のガス拡散孔を介して通じている第二の内部空間を設け、また、導電性隔壁板に形成される貫通孔のプラズマ生成空間側の孔径が成膜処理空間側の孔径よりも小さく、導電性隔壁板には、さらに、材料ガスが導入される第一の内部空間から隔離され、かつ貫通孔と複数のガス拡散孔を介して通じている第二の内部空間を設けることによって課題を解決した。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000227294]

1. 変更年月日	1995年11月24日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都府中市四谷5丁目8番1号
氏 名	アネルバ株式会社